

017 10340



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 41 26 019 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
H 02 K 19/12
H 02 K 17/12
H 02 K 3/12

②① Aktenzeichen: P 41 26 019.8
②② Anmeldetag: 6. 8. 91
②③ Offenlegungstag: 13. 2. 92

DE 41 26 019 A 1

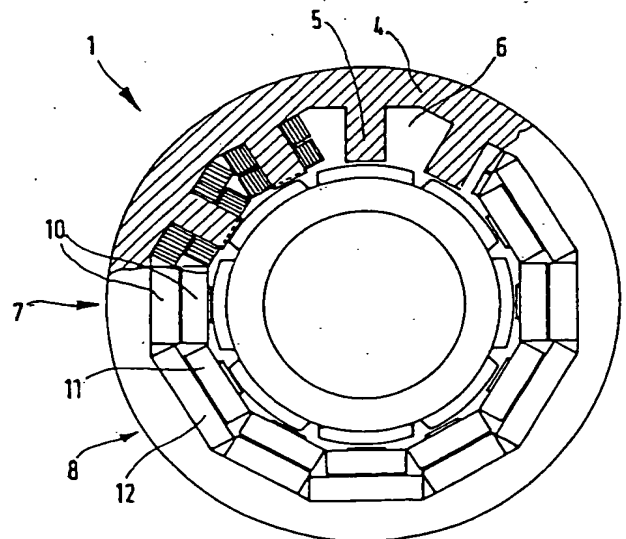
⑤④ Innere Priorität: ③② ③③ ③①
08.08.90 DE 40 25 137.3

⑦① Anmelder:
Zahnradfabrik Friedrichshafen AG, 7990
Friedrichshafen, DE

⑦② Erfinder:
Leutner, Wilfried, 7070 Schwäbisch Gmünd, DE

⑤④ Drehfeldmotor

⑤⑦ In einem Drehfeldmotor ist ein Rotor (2) in einem Stator (1) drehbar gelagert. Der Rotor (2) weist eine Anzahl von Polen (3) auf. Der Stator (1) weist ein Statorblechpaket (4) mit einer Anzahl von Nuten (6) und Stegen (5) auf. Das Verhältnis der Nuten (6) und Stege (5) des Stators (1) zur Anzahl der Pole (3) des Rotors (2) ist 3 : 2. Jeder Wickelstrang (7, 8) einer Schleifenwicklung ist in mehreren Windungen um einen Steg (5) in zwei zu dem Steg benachbarten Nuten (6) des Statorblechpakets (4) angeordnet und besteht aus zwei Teilen (10, 11, 12), die radial übereinander auf dem Steg (5) angeordnet sind. Dabei bestehen die Wickelstränge (7, 8) aus Flachdraht.



N: 12

20: 8

DE 41 26 019 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Drehfeldmotor, insbesondere für den Einsatz in Kraftfahrzeugen, nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Bekannte Drehfeldmotoren weisen folgende Merkmale auf: Ein Rotor ist in einem Stator drehbar gelagert. Der Rotor weist eine Anzahl von Polen auf. Der Stator weist ein Statorblechpaket mit einer Anzahl von Nuten und Stegen auf, wobei in den Nuten eine Schleifenwicklung mit mehreren Wickelsträngen angeordnet ist.

Soll ein Elektromotor mit einer niedrigen Spannung betrieben werden, die beispielsweise bei einem Einsatz in einem Kraftfahrzeug im allgemeinen kleiner als 12 Volt ist, so muß der Elektromotor hohe Ströme verkräften. Dies bedingt einen sehr kleinen Motorwiderstand, d. h., die Wicklungen müssen niederohmig ausgelegt werden. Deshalb müssen entweder sehr dicke Drähte oder aber viele parallel geschaltete Drähte verwendet werden. Die Herstellung einer solchen Wicklung ist deshalb sehr schwierig und kostenintensiv.

Bei bisher üblichen Schleifenwicklungen wurde ein Draht durch eine Nut des Statorblechpaketes hineingeführt und durch eine andere Nut herausgeführt. Um die Nuten möglichst vollständig mit Draht zu füllen, wurden mehrere Windungen eines Wickelstranges durch die beiden Nuten gelegt. Zwischen den beiden Nuten eines Wickelstranges lagen bei einem dreiphasigen Motor zwei Nuten, in denen jeweils die Wickelstränge der beiden anderen Phasen aufgenommen wurden. Durch diese Arten der Schleifenwicklung entstanden sehr viele Kreuzungen und Überschneidungen der Drähte der einzelnen Wickelstränge, so daß sich sehr dicke Wickelköpfe ergaben. Mit der Verwendung von Runddraht für die Wicklungen ergab sich der Nachteil eines schlechten Füllgrades, der das Verhältnis zwischen Leitermaterial und Luft im Wickelraum widerspiegelt. Sowohl durch die Art der Wicklung als auch durch den schlechten Füllgrad ergaben sich ein niedriger Wirkungsgrad und ein großes Bauvolumen der Elektromotoren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Drehfeldmotor zu schaffen, dessen Wicklung einfacher und billiger herzustellen ist. Außerdem soll das Verhältnis von Bauvolumen und Leistung verbessert werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den im Anspruch 1 gekennzeichneten Drehfeldmotor gelöst. Dazu wird das Verhältnis der Anzahl der Nuten und Stege des Stators zu der Anzahl der Pole des Rotors auf 3 : 2 festgelegt. Jeder Wickelstrang der Schleifenwicklung wird in mehreren Windungen um einen Steg des Statorblechpaketes in zwei benachbarten Nuten angeordnet. Die Wickelstränge bestehen aus Flachdraht.

Durch die Auswahl des Verhältnisses der Anzahl von Nuten und Stegen des Stators zu der Anzahl der Pole des Rotors und durch die besondere Schleifenwicklung ist es möglich, daß jeder Steg für sich alleine umwickelt ist. Dadurch liegt immer ein Wickelstrang neben dem anderen, so daß alle Überkreuzungen der Windungen der einzelnen Wickelstränge untereinander vermieden werden. Nur die Verbindungen zwischen den Wickelsträngen, die gemeinsam zu einer Phase gehören, überkreuzen sich. Dadurch entstehen sehr kleine Wickelköpfe. Wegen den fehlenden Überkreuzungen in den Wickelsträngen und wegen der geringen Anzahl der Überkreuzungen der Verbindungen kann für die einzelnen Windungen der Wickelstränge und für deren Verbindungen Flachdraht verwendet werden. Die Verwendung von Flachdraht war bei bisher üblichen Schleifen-

wicklungen nicht möglich, weil die Vielzahl von Überkreuzungen einerseits wegen der Vielzahl komplizierter Biegevorgänge wirtschaftlich nicht verwirklicht werden konnte und andererseits nicht in einem akzeptablen Bauraum untergebracht werden konnte.

Zweckmäßige und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Besonders vorteilhaft ist es, wenn jeder Wickelstrang aus zwei Teilen besteht, die radial übereinander um den Steg herum angeordnet sind. Werden dann zusätzlich radial übereinanderliegende Teile der Wickelstränge gegensinnig gewickelt, so können bei gleichsinnigem elektrischem Stromfluß die jeweils innenliegenden Wickelenden auf einfache Weise miteinander verbunden werden, bzw. die beiden Teile der Wickelstränge können aus einem fortlaufenden Flachdraht hergestellt werden. Für die Verbindung der innenliegenden Wickelenden wird der Flachdraht zweifach gefalzt.

Werden die Stege gemäß einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform derart ausgebildet, daß sie, senkrecht zur Achse des Stators gesehen, einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, so entstehen zwischen den Stegen Nuten mit trapezförmigem Querschnitt. Werden diese Nuten nun derart befüllt, daß der Wickelstrang um einen Steg aus zwei Teilen mit gleichen Abmessungen in tangentialer Richtung des Statorblechpaketes besteht und der Wickelstrang des benachbarten Steges aus zwei Teilen besteht, von denen der radial außen liegende eine größere Abmessung in tangentialer Richtung des Statorblechpaketes aufweist als der radial innen liegende Teil, so wird ein besonders guter Füllgrad dadurch erreicht, daß je zwei benachbarte Wickelstränge den freien Querschnitt der gemeinsam befüllten Nut nahezu vollständig ausfüllen.

Aus der Tatsache, daß jeder Wickelstrang aus zwei Teilen zusammengesetzt ist, ergibt sich die zusätzliche vorteilhafte Möglichkeit, die beiden Anschlußenden eines Wickelstranges auf einer Seite des Statorblechpaketes herauszuführen. Dadurch sind beide Enden eines Wickelstranges von außen zugänglich. Die zusammengehörigen Anschlußenden der eine Phase bildenden Wickelstränge können auf einfache Art und Weise miteinander verbunden werden.

Die Erfindung ist nicht auf die Merkmalskombinationen der Ansprüche beschränkt. Für den Fachmann ergeben sich weitere sinnvolle Kombinationsmöglichkeiten von Ansprüchen und einzelnen Anspruchsmerkmalen aus der Aufgabenstellung.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht des erfindungsgemäßen Drehfeldmotors in axialer Richtung mit einem Teilquerschnitt, wobei zwei der Wickelstränge entfernt sind;

Fig. 2A/B je eine Draufsicht auf die Teile unterschiedlicher Abmessungen eines Wickelstranges;

Fig. 2C eine Draufsicht auf zwei übereinanderliegende Teile unterschiedlicher Abmessungen eines Wickelstranges;

Fig. 3 die Verbindung der innenliegenden Wickelenden der beiden Teile eines Wickelstranges in zwei Ansichten;

Fig. 4 das Schema der erfindungsgemäßen Schleifenwicklung für einen 3-Phasen-Motor in einer Abwicklung;

Fig. 5 eine Ansicht des Drehfeldmotors in zu Fig. 1 entgegengesetzter Richtung.

Der erfindungsgemäße Drehfeldmotor weist einen

Stator 1 auf, in dem ein Rotor 2 drehbar gelagert ist. Der Rotor 2 trägt eine Anzahl von Polen 3, die als Dauermagnete ausgebildet sind. Der Stator 1 weist ein Statorblechpaket 4 auf, an dem eine Anzahl von Stegen 5 mit dazwischenliegenden Nuten 6 ausgebildet ist. Das Verhältnis der Anzahl der Nuten 6 und Stege 5 des Stators 1 zu der Anzahl der Pole 3 des Rotors 2 beträgt 3 : 2.

Zu dem Stator 1 gehört außerdem eine Schleifenwicklung mit mehreren Wickelsträngen 7 und 8. Die Wickelstränge 7 und 8 bestehen aus Flachdraht. Jeder Wickelstrang 7 bzw. 8 ist um einen Steg 5 herum gewickelt, so daß seine Windungen in je einer Nut 6 liegen, die dem Steg 5 benachbart ist.

Die Stege 5 weisen senkrecht zur Achse des Stators 1 einen rechteckigen Querschnitt auf, so daß die Form der Stege 5 quaderartig ausgebildet ist.

Jeder Wickelstrang 7 und 8 besteht aus mehreren Teilen, die radial übereinander angeordnet sind. Aus der weiteren Beschreibung wird deutlich, daß es vorteilhaft ist, wenn ein Wickelstrang 7 bzw. 8 aus einer geraden Zahl von Teilen besteht. In dem Ausführungsbeispiel sind Wickelstränge dargestellt, die aus zwei Teilen bestehen. Dabei besteht der Wickelstrang 7 aus zwei Teilen 10 mit gleichen Abmessungen, insbesondere in tangentialer Richtung des Statorblechpakets 4. Der Wickelstrang 8 besteht aus zwei Teilen 11 und 12 mit unterschiedlichen Abmessungen, insbesondere in tangentialer Richtung des Statorblechpakets 4. Dabei weist der radial außen liegende Teil 12 eine größere Abmessung auf als der radial innen liegende Teil 11. Zweckmäßigerweise sind dabei die Abmessungen der beiden gleichen Teile 10 des Wickelstranges 7 in ihren Abmessungen gleich dem radial innen liegenden Teil 11 des Wickelstranges 8. Wird jeweils ein Wickelstrang 7 mit gleichen Teilen 10 und ein Wickelstrang 8 mit ungleichen Teilen 11 und 12 im Wechsel nebeneinander angeordnet, so ergibt sich eine nahezu vollständige Füllung der Nuten 6.

Die unterschiedlichen Abmessungen der beiden Teile 11 und 12 werden dadurch erreicht, daß bei gleichem Drahtquerschnitt für beide Teile der radial äußere Teil mit einer entsprechend größeren Zahl von Windungen hergestellt wird.

Zwei radial übereinanderliegende Teile 10 des Wickelstranges 7 bzw. 11 und 12 des Wickelstranges 8 werden gegensinnig gewickelt, so daß die jeweils innenliegenden Wicklungsenden 13 bzw. 14 miteinander verbunden werden können (siehe Fig. 2A, 2B, 2C). Die Verbindung der innenliegenden Wicklungsenden 13 und 14 der beiden Teile 10 bzw. 11 und 12 läßt sich zweckmäßigerweise dadurch herstellen, daß der Flachdraht zweimal unter etwa 45° um 90° gefalzt wird. Die Verbindung ist besonders gut, wenn die beiden Teile aus einem einzigen, fortlaufenden Stück Flachdraht hergestellt werden. Die Ausbildung der Verbindungsstelle mit den Falzen ist in Fig. 3 in zwei Ansichten dargestellt.

Durch diese Art der Wicklung wird erreicht, daß die beiden Anschlußenden 15 und 16 jedes Wickelstranges nach der gleichen Seite des Statorblechpaketes 4 gerichtet und von außen gut zugänglich sind. Dadurch ist es bei einem dreiphasigen Motor sehr leicht, die zusammengehörigen Anschlußenden der zu einer Phase gehörenden Wickelstränge 7 bzw. 8 miteinander zu verbinden, wie dies schematisch in Fig. 4 dargestellt ist. In dieser Darstellung sind die jeweiligen Anschlußenden am Eingang mit U, V, W und am Ausgang mit X, Y, Z bezeichnet. Jeweils jeder dritte Wickelstrang gehört zu einer Phase und ist mit seinen zugehörigen Wickelsträngen verbunden.

Dazu wird beispielsweise ein langes Anschlußende eines Wickelstranges mit einem kurzen Anschlußende seines drittnächsten Wickelstranges durch eine einzige Lötstelle verbunden. Die Anschlußenden X, Y, Z werden in einem Sternpunkt S verbunden. Die Verbindungen der Wickelstränge sind die einzigen Drähte, die sich im Wickelkopf überkreuzen.

In Fig. 5 sind in einer Draufsicht auf den Drehfeldmotor die Verbindungen der einzelnen Wickelstränge dargestellt. Jeweils vier Wickelstränge U1, U2, U3, U4 sind miteinander und mit den Anschlußenden U und X verbunden, entsprechend sind die Wickelstränge V1, V2, V3, V4 bzw. W1, W2, W3, W4 miteinander und mit den Anschlußenden V und Y bzw. W und Z verbunden. Die Wickelstränge U4, V4, W4 sind im Sternpunkt S miteinander verbunden.

Um die Verbindungen an einem Beispiel deutlicher darzustellen, sind alle Teile der Wicklung, die mit den Anschlußenden V und Y in Verbindung stehen, mit einer Rasterung versehen.

Die Wickelstränge 7 und 8 werden zweckmäßigerweise außerhalb des Motors mit Hilfe eines Wickeldorns gefertigt. Die fertigen Wickelstränge werden dann radial von innen auf die Stege 5 aufgeschoben. Bezugszeichen

- 1 Stator
- 2 Rotor
- 3 Pol
- 4 Statorblechpaket
- 5 Steg
- 6 Nut
- 7 Wickelstrang
- 8 Wickelstrang
- 9 —
- 10 Teil des Wickelstranges 7
- 11 Teil des Wickelstranges 8
- 12 Teil des Wickelstranges 8
- 13 Innenliegendes Wicklungsende
- 14 Innenliegendes Wicklungsende
- 15 Anschlußende
- 16 Anschlußende
- S Sternpunkt
- U Anschlußende
- U1, U2, U3, U4 Wickelstrang
- V Anschlußende
- V1, V2, V3, V4 Wickelstrang
- W Anschlußende
- W1, W2, W3, W4 Wickelstrang
- X Anschlußende
- Y Anschlußende
- Z Anschlußende

Patentansprüche

1. Drehfeldmotor, insbesondere für ein Einsatz in Kraftfahrzeugen, mit folgenden Merkmalen:

- ein Rotor (2) ist in einem Stator (1) drehbar gelagert;
- der Rotor (2) weist eine Anzahl von Polen (3) auf;
- der Stator (1) weist ein Statorblechpaket (4) mit einer Anzahl von Nuten (6) und Stegen (5) auf;
- in den Nuten (6) des Stators (1) ist eine Schleifenwicklung mit mehreren Wickelsträngen (7, 8) angeordnet,

dadurch gekennzeichnet,

- daß das Verhältnis der Anzahl der Nuten (6) und Stege (5) des Stators (1) zur Anzahl der Pole (3) des Rotors (2) $3 : 2$ ist;
 - daß jeder Wickelstrang (7, 8) der Schleifenwicklung in mehreren Windungen um einen Steg (5) in zwei dem Steg benachbarten Nuten (6) des Statorblechpaketes (4) angeordnet ist, und
 - daß die Wickelstränge (7, 8) aus Flachdraht bestehen.
2. Drehfeldmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Wickelstrang (7, 8) aus wenigstens zwei Teilen (10, 11, 12) besteht, die radial übereinander auf dem Steg (5) angeordnet sind.
3. Drehfeldmotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Wickelstrang (7, 8) aus einer geraden Anzahl von Teilen (10, 11, 12) besteht.
4. Drehfeldmotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Wickelstrang (7, 8) aus zwei Teilen (10, 11, 12) besteht.
5. Drehfeldmotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
- daß die Stege (5) einen rechteckigen Querschnitt senkrecht zur Achse des Stators (1) aufweisen, und
 - daß benachbarte Stege (5) unterschiedliche Wickelstränge (7, 8) aufweisen.
6. Drehfeldmotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der eine (7) von zwei benachbarten Wickelsträngen (7, 8) aus zwei Teilen (10) mit gleichen Abmessungen in tangentialer Richtung des Statorblechpakets (4) besteht, und
- daß der andere (8) von zwei benachbarten Wickelsträngen (7, 8) aus zwei Teilen (11, 12) besteht, von denen der radial außen liegende Teil (12) eine größere Abmessung in tangentialer Richtung des Statorblechpakets (4) aufweist als der radial innen liegende Teil (11).
7. Drehfeldmotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedlichen Abmessungen der Teile (11, 12) bei gleichem Drahtquerschnitt durch unterschiedliche Windungszahl erreicht werden.
8. Drehfeldmotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß radial übereinanderliegende Teile (10, 11, 12) der Wickelstränge (7, 8) gegensinnig gewickelt sind, so daß die jeweils innenliegenden Wicklungsenden (13, 14) direkt miteinander verbindbar sind.
9. Drehfeldmotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Verbindung der innenliegenden Wicklungsenden (13, 14) der Flachdraht zweifach gefalzt ist.
10. Drehfeldmotor nach einem der Ansprüche 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die beiden Anschlußenden (15, 16) eines Wickelstranges (7, 8) an der gleichen Seite des Statorblechpakets (4) befinden und von außen leicht zugänglich sind.
11. Drehfeldmotor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem dreiphasigen Motor die zusammengehörigen Anschlußenden (15, 16) jedes dritten Wickelstrangs (7, 8) miteinander verbunden sind.
12. Drehfeldmotor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils zwei Anschlußenden (15, 16) der zusammengehörigen Wickelstränge (U1, U2, U3, U4; V1, V2, V3, V4; W1, W2, W3, W4) durch eine einzige Lötstelle miteinander verbunden sind.

FIG.3

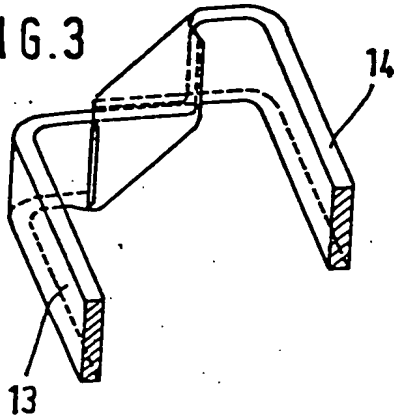


FIG.3A

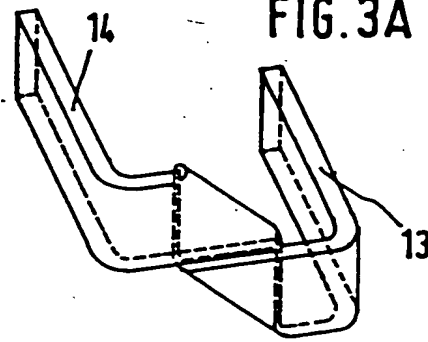


FIG.4

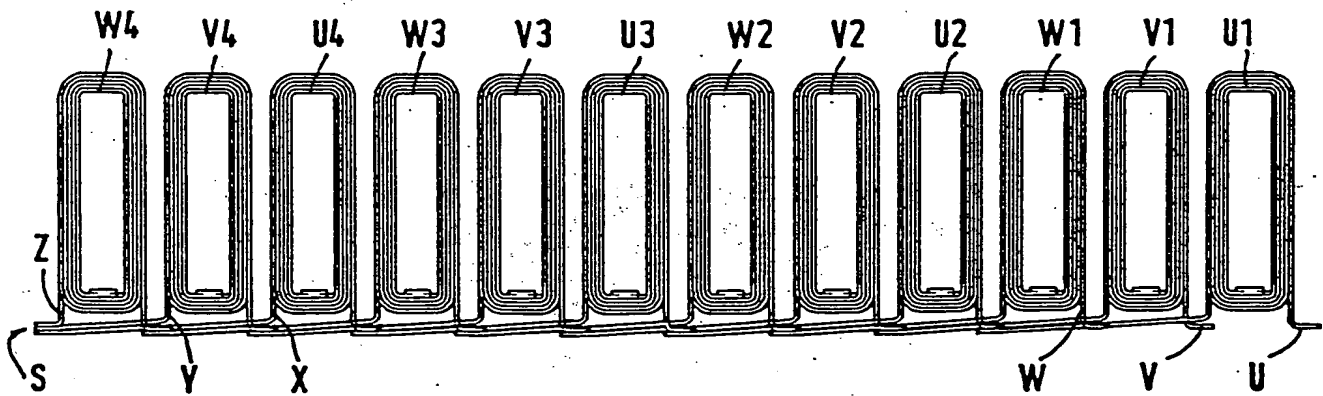
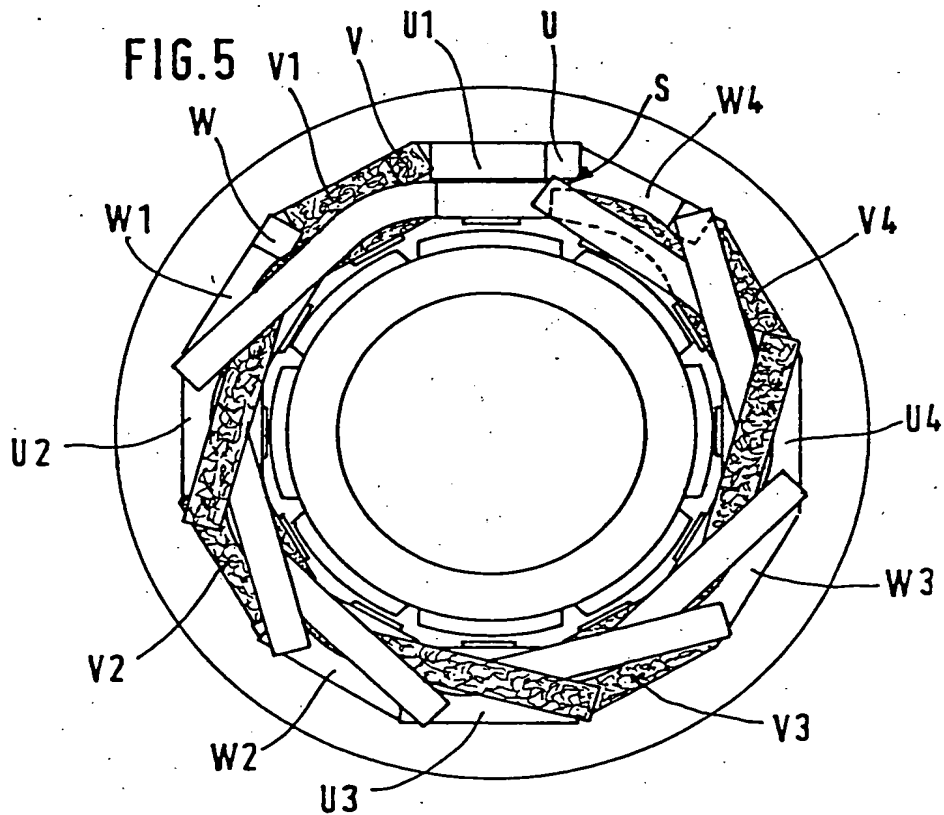


FIG.5



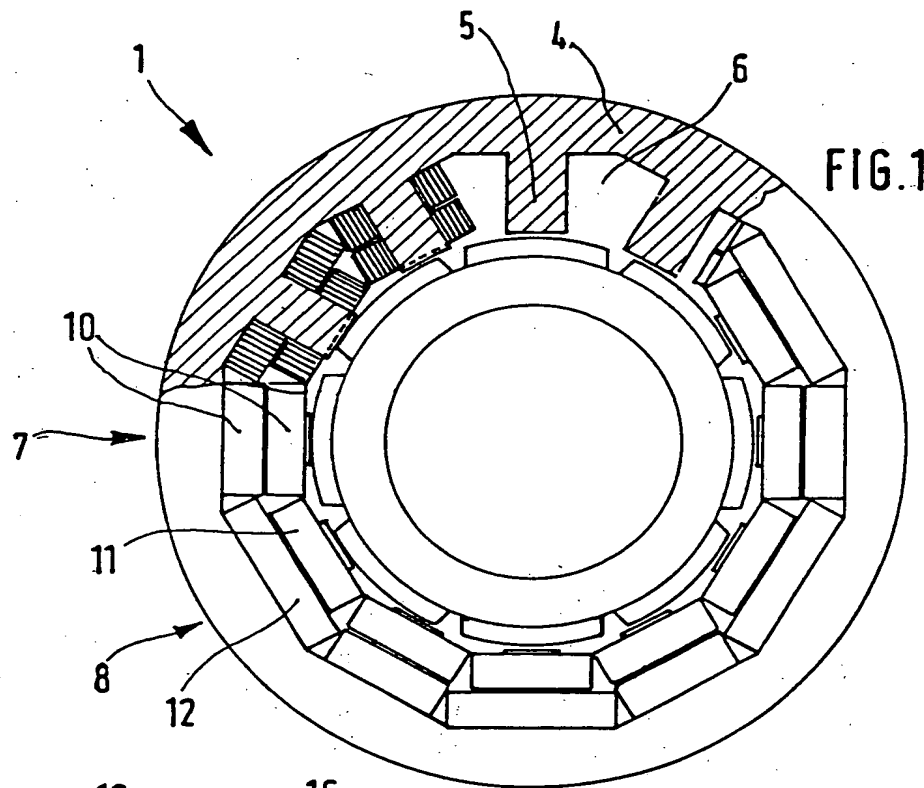


FIG. 2A

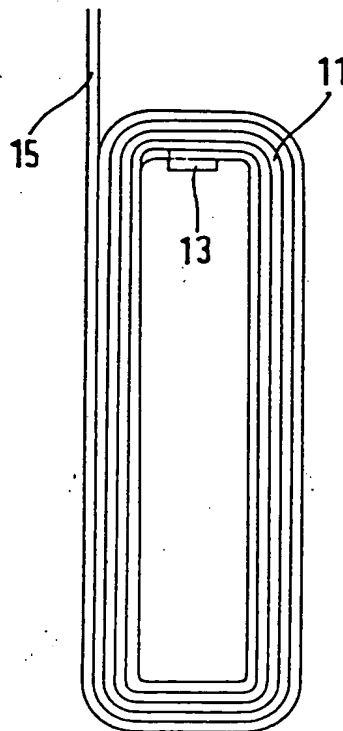
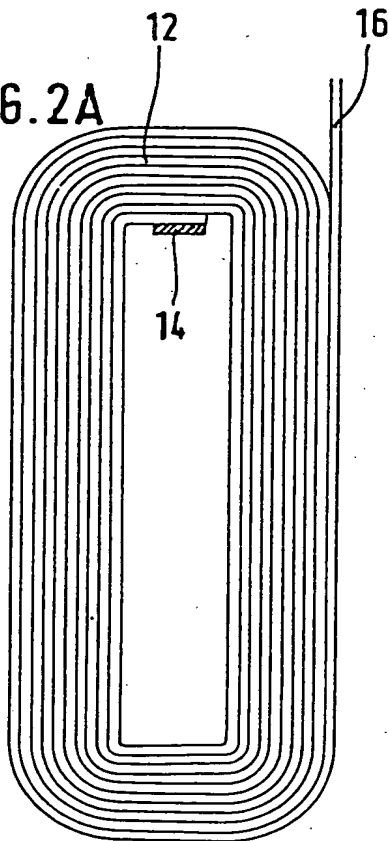


FIG. 2B

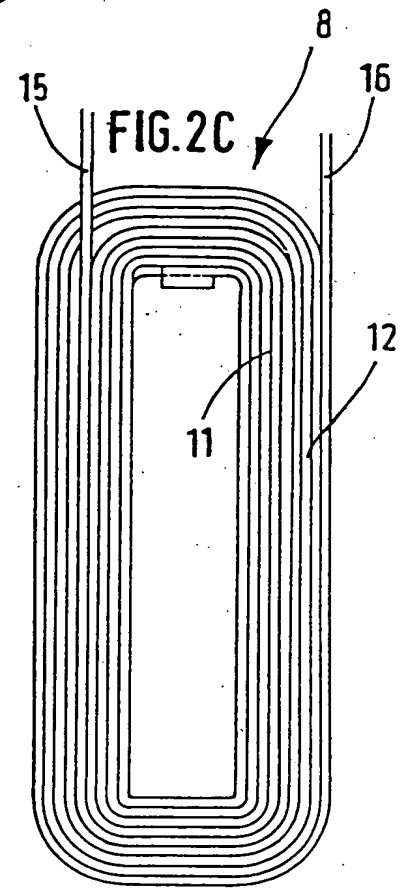


FIG. 2C